

# EUROPEAN PATENT OFFICE

## Patent Abstracts of Japan

REF. NO.	88702
CORRESP. NO.	US/UK:
COUNTRY	US

RECEIVED
MAY 19 1993
IS&S

PUBLICATION NUMBER : 06082625  
PUBLICATION DATE : 25-03-94

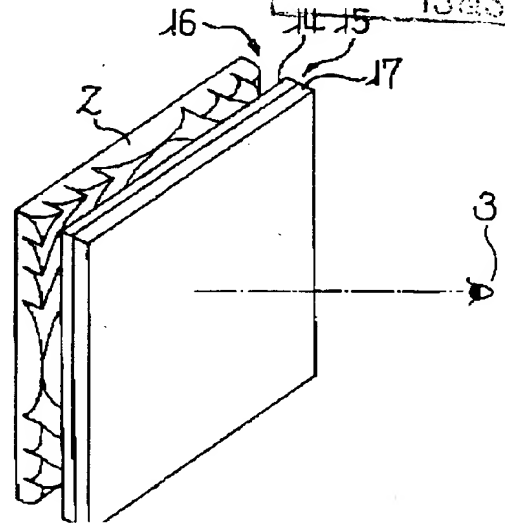
APPLICATION DATE : 03-09-92  
APPLICATION NUMBER : 04235605

APPLICANT : RICOH CO LTD;

INVENTOR : KATO IKUO;

INT.CL. : G02B 5/32 G03B 21/62

TITLE : TRANSMISSION TYPE PROJECTING  
SCREEN AND PRODUCTION OF  
HOLOGRAM ELEMENT FOR  
TRANSMISSION TYPE PROJECTING  
SCREEN



ABSTRACT : PURPOSE: To provide the transmission type projecting screen having a smooth surface and high durability.

CONSTITUTION: This transmission type projecting screen 16 is constituted of a Fresnel lens 2 which allows the transmission of the light projected from a projector in the direction from a rear surface to a front surface and changes the light to collimated beams of light and a hologram element 14 which is disposed on the front surface side of the Fresnel lens 2 and allows the transmission and diffusion of the collimated beams of light transmitted through the Fresnel lens 2. The thickness of the transmission type projecting screen 16 is reduced and its surface is smoothed by using the hologram element 14 having the function substitutive for the function of the conventional lenticular lenses as compared to such lenticular lenses, thereby, the durability is enhanced.

COPYRIGHT: (C) JPO

(18)日本国特許庁(J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-82625

(43)公開日 平成6年(1994)3月25日

(51)Int.Cl.<sup>4</sup>

G 0 2 B 5/32

G 0 3 B 21/02

特許記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

9018-2K

7318-2K

審査請求 未請求 請求項の数5(全 10 頁)

(21)出願番号 特願平4-235605

(22)出願日 平成4年(1992)9月3日

Jap. Pat. OPI No. 6-82625 (3-25-94)

Jap. Pat. Appln. No. 4-235605 (9-3-92)

Applicant: RICOH CO LTD

(71)出願人 000008747

株式会社リコー

東京都大田区中馬込1丁目3番6号

(72)発明者 加藤 熾雄

東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式

会社リコー内

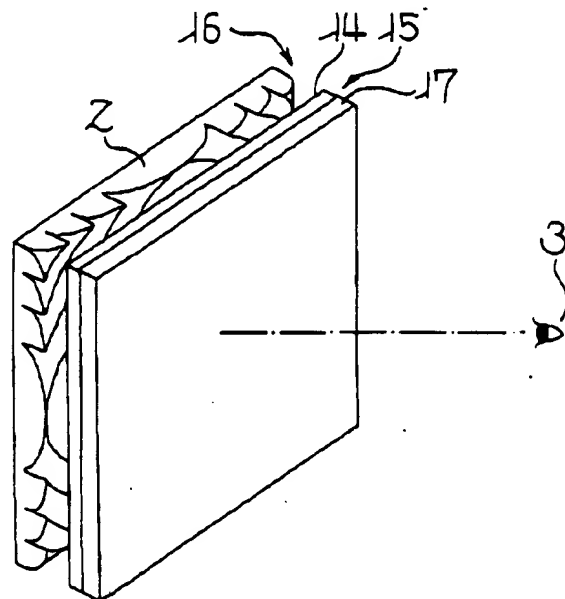
(74)代理人 弁理士 柏木 明 (外1名)

(54)【発明の名称】 透過型投射スクリーン及び透過型投射スクリーン用のホログラム素子作製方法

(57)【要約】

【目的】 表面が平滑で耐久性の高い透過型投射スクリーンを提供する。

【構成】 プロジェクタから投射された投射光を背面から前面方向に透過させて平行光に変えるフレネルレンズ2と、このフレネルレンズ2の前面側に配設されてこのフレネルレンズ2を透過した平行光を透過・拡散させるホログラム素子14を有する光学素子15とにより透過型投射スクリーン16を構成し、従来のレンチキュラレンズに比べ、これに代わる機能をもつホログラム素子14を用いて透過型投射スクリーン16の薄型化、その表面の平滑化を図ることで、耐久性を高めるようにした。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 プロジェクタから投射された投射光を背面から前面方向に透過させて平行光に変えるフレネルレンズと、このフレネルレンズの前面側に配設されてこのフレネルレンズを透過した前記平行光を観察者側に透過・拡散させるホログラム素子を有する光学素子とよりなることを特徴とする透過型投射スクリーン。

【請求項2】 プロジェクタから赤、緑、青の3色に空間的に分割されて投射された投射光を背面から前面方向に透過させて平行光に変えるフレネルレンズと、このフレネルレンズの前面側に配設されてこのフレネルレンズを透過した赤、緑、青の前記平行光の各画素毎に異なる波長特性をもつホログラム素子を有する光学素子とよりなることを特徴とする透過型投射スクリーン。

【請求項3】 プロジェクタから投射された投射光を背面から前面方向に透過・拡散させるホログラム素子を有する光学素子と、この光学素子の背面側に配設されて前記ホログラム素子に入射させる前記投射光の進行方向を観察者の視域を外れた視域周辺方向に偏向する偏向光学素子とよりなることを特徴とする透過型投射スクリーン。

【請求項4】 シート状のホログラム記録材料をストライプ状の複数の記録領域に分割し、これらの記録領域の1つに球面波又は円筒面波からなる信号光と平面波からなる参照光とを照射して干渉させることによりホログラムを記録させ、このホログラムを記録した記録領域に連接する所定数の前記各記録領域毎に順次ホログラムを記録させることにより平面状のホログラム素子を作製するようにしたことを特徴とする透過型投射スクリーン用のホログラム素子作製方法。

【請求項5】 シート状のホログラム記録材料をストライプ状の複数の記録領域に分割し、これらの記録領域の1つに予め形成された所望のホログラムパターンをもつマスクに基づいてホログラムを転写・記録させ、この転写・記録した記録領域に連接する所定数の前記各記録領域毎に順次ホログラムを転写・記録させることにより平面状のホログラム素子を作製するようにしたことを特徴とする透過型投射スクリーン用のホログラム素子作製方法。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、テレビ会議装置、オーバーヘッドプロジェクタ、スライド投影機等に利用される透過型投射スクリーン及び透過型投射スクリーン用のホログラム素子作製方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 臨場感のある画像を与えるには、高精細であると同時に、高視域であることが望ましい。大画面ディスプレイにおいては、CRT直視型では、HDTV用に36インチが量産されているが、50インチ以上は

2

気圧に対抗させるようにガラスを厚くする必要があるため重くなり、その実用化は困難である。これに対して、プロジェクタは、投射型ディスプレイとも呼ばれ、透過型投射スクリーンを用いるリア型と反射型投射スクリーンを用いるフロント型とに分けられる。また、CRTを使用する方式と液晶ディスプレイを使用する方式とに分けられる。

【0003】 フロント型（反射型）、リア型（透過型）とも投射スクリーンの画像品質は、光源、CRTや液晶ディスプレイ、光学系、スクリーンの性能等で決まるが、特に最後のスクリーンで大きく性能が左右される。このスクリーンには、プロジェクタから投射された投射光を視野を広げるために拡散することが要求されており、CRTの代替のために多くは±30度以上の水平視域と、±10度以上の垂直視域が求められる。

【0004】 この種の投射スクリーンに関して、特開平3-60104号公報に示されるようなフレネルレンズとレンチキュラレンズとを組合せたものがあり、このタイプの複雑なものには3枚以上の構成のものもある。また、実開平3-42432号公報に示されるように、2枚のレンチキュラレンズを直交配置して用いるものや、拡散透過板を用いるものもある。一方、反射型投射スクリーンで代表的なものとしては、拡散反射板を用いるものがあるが、その他にも指向性をもたせた反射を行い、視線方向を中心に利得を上げるようにしたものがある。

【0005】 ここに、フレネルレンズとレンチキュラレンズとを組合せた従来の透過型投射スクリーンの一例を図15ないし図17に基づいて説明する。まず、図15は透過型投射スクリーンの平面図を示し、この透過型投射スクリーン1は、後述するプロジェクタ側のフレネルレンズ2と観察者3側のレンチキュラレンズ4との各々のレンズ凹凸面を相対するように配置させて構成されている。前記レンチキュラレンズ4の観察者3側の面には、垂直方向に沿う複数の凹凸部が形成されている。この凹凸部の各凸部にはブラックストライプ4aが設けられており、これらのブラックストライプ4aの間となる各凹部は光が透過する開口部4bとされている。

【0006】 そして、前記透過型投射スクリーン1は使用に際して、例えば図16に示すように配置される。即ち、前記透過型投射スクリーン1に対して左側にプロジェクタ5が配置され、右側に前記観察者3の位置が設定されている。前記プロジェクタ5は、光源としてのメタルハライドランプ6と、このメタルハライドランプ6の後方近傍に配置された集光器7と、前記メタルハライドランプ6の前方に順に配設された液晶ディスプレイ8、拡大投影レンズ9とにより構成されている。また、前記フレネルレンズ2のレンズ面を除く周囲及び前記プロジェクタ5は筐体10で覆われている。

【0007】 このような構成において、図16に示すように、メタルハライドランプ6の光照射により液晶ディス

3

プレイ8、拡大投影レンズ9を介して紙面左側から透過型投射スクリーン1に投射された投射光111は、フレネルレンズ2で平行光112になった後、レンチキュラレンズ4で拡散されて視野が広がった透過拡散光113となり、透過型投射スクリーン1の右側にいる観察者3に広い視域の画像情報として観察される。

【0008】より具体的には、図17にレンチキュラレンズ4の一部を拡大して示すように、プロジェクタ5からの投射光111はフレネルレンズ2により平行光112a~112bに変えられ、これらの平行光112a~112bは、紙面左側からレンチキュラレンズ4を構成する1つのレンズ4cに入射し、このレンズ4cを透過し拡散されて透過拡散光113a~113bとなる。この時、図17中に一点鎖線で示すように、透過拡散光113a~113bに対する等光度の面114が形成され、これにより、図17中に示す直線12a、12bの内側に視域13が形成されることになる。

【0009】ここに、レンチキュラレンズ4が完全拡散板である場合は、レンズ4cの透過面の法線方向の透過拡散光113aの光度をIc、例えばこの透過拡散光113aとθb度をなす方向の透過拡散光113bの光度をIbとすると、

$$Ib = Ic \cdot \cos(\theta b) \quad \dots (1)$$

の関係がある。この(1)式は、光度は法線からずれるほど減少するが、輝度は一定であることを示している。一般に、透過型投射スクリーン1の場合、レンチキュラレンズ4で平行光112を垂直方向にはあまり拡散しなくてもよいので、レンチキュラレンズ4内に微粒子を混入し、散乱により平行光112を垂直方向に拡散させる方法が用いられている。また、水平視域13を±30~45度に制限して、法線方向を中心に輝度を大きくしたものが用いられる。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】ところで、透過型投射スクリーン1に用いられるレンチキュラレンズ4は、フレネルレンズ2の一体型から、レンチキュラレンズ分離型、表裏の二重レンチキュラレンズ型と複雑化するほど一般に性能がよくなる。また、レンチキュラレンズ4の観察者3側の表面にブラックストライプ4aを設けることにより、室内の照明光に対するレンチキュラレンズ4の表面反射を抑え、コントラストを高めるようにしている。このようなことからレンチキュラレンズ4の形状が複雑になり、その成形方法が難しく、コスト高となってしまう。

【0011】具体的には、レンチキュラレンズ4は、複数の微小なレンズ4cからなっており、各レンズ4c間のピッチが約0.5~1.0mmでプラスチックにより作製される。また、レンチキュラレンズ4の厚さは3~7mm程度であり、表面に凹凸があることから作製方法が複雑であり、成形時の面内のバラツキが大きくなればなる

4

ほど出やすい。また、レンチキュラレンズ4は平行光を水平方向に大きく拡散させ、垂直方向にはあまり拡散しなくてもよいので、平行光112を垂直方向に拡散させる方法として、レンチキュラレンズ4内に微粒子を混入したり、垂直方向にもう1枚レンズを設ける必要がある。さらに、屈折率分布型のレンズで平面形状に作製するには、比較的厚いレンズが必要であり、しかも、視域を大きくするのが難しい。このように、レンチキュラレンズ4の形状は複雑であり、その成形方法は極めて難しく、コスト高となる。

【0012】また、レンチキュラレンズ4はそのレンズ表面に凹凸があるため、表面の機械的接触に弱く、埃やゴミを拭き取る際に表面に傷を生じるため、徐々に画像品質を劣化させることになり、耐久性に劣るという問題がある。

【0013】

【課題を解決するための手段】請求項1記載の発明では、プロジェクタから投射された投射光を背面から前面方向に透過させて平行光に変えるフレネルレンズと、このフレネルレンズの前面側に配設されてこのフレネルレンズを透過した前記平行光を観察者側に透過・拡散させるホログラム素子を有する光学素子とにより透過型投射スクリーンを構成した。

【0014】請求項2記載の発明では、プロジェクタから赤、緑、青の3色に空間的に分割されて投射された投射光を背面から前面方向に透過させて平行光に変えるフレネルレンズと、このフレネルレンズの前面側に配設されてこのフレネルレンズを透過した赤、緑、青の前記平行光の各面素毎に異なる波長特性をもつホログラム素子を有する光学素子とにより透過型投射スクリーンを構成した。

【0015】請求項3記載の発明では、プロジェクタから投射された投射光を背面から前面方向に透過・拡散させるホログラム素子を有する光学素子と、この光学素子の背面側に配設されて前記ホログラム素子に入射させる前記投射光の進行方向を観察者の視域を外れた視域周辺方向に偏向する偏向光学素子とにより透過型投射スクリーンを構成した。

【0016】請求項4記載の発明では、これらの透過型投射スクリーン用のホログラム素子の作製方法として、シート状のホログラム記録材料をストライプ状の複数の記録領域に分割し、これらの記録領域の1つに球面波又は円筒面波からなる信号光と平面波からなる参照光とを照射して干渉させることによりホログラムを記録させ、このホログラムを記録した記録領域に連接する所定数の前記各記録領域毎に順次ホログラムを記録させることにより透過型投射スクリーン用の平面状のホログラム素子を作製するようにした。

【0017】請求項5記載の発明では、これらの透過型投射スクリーン用のホログラム素子の作製方法として、

5

シート状のホログラム記録材料をストライプ状の複数の記録領域に分割し、これらの記録領域の1つに予め形成された所望のホログラムパターンをもつマスクに基づいてホログラムを転写・記録させ、このホログラムを転写・記録した記録領域に接続する所定数の前記各記録領域毎に順次ホログラムを転写・記録させることにより透過型投射スクリーン用の平面状のホログラム素子を作製するようにした。

【0018】

【作用】請求項1記載の発明においては、従来のレンチキュラレンズに代えてホログラム素子を用いて透過型投射スクリーンを構成することにより、透過型投射スクリーンを薄型にするとともにその表面を平滑にすることが可能となり、これにより、埃やゴミを拭取る際の機械的接触に強くなり、耐久性を高め得るものとなる。

【0019】請求項2記載の発明においては、赤、緑、青の平行光の各画素毎に異なる波長特性をもつホログラム素子を有する光学素子を設けることで、1枚の同じ波長特性をもつホログラム素子に比べ、ホログラム素子による色分散性を少なくすることが可能となり、カラー用のプロジェクタに適用し得るものとなる。

【0020】請求項3記載の発明においては、光学素子のホログラム素子に入射させる投射光の進行方向を偏向光学素子によって観察者の視域を外れた視域周辺方向に偏向させることにより、観察者はホログラム素子による0次光を観察することなく、輝度のバラツキの少ない画像を観察し得るものとなる。

【0021】請求項4記載の発明においては、シート状のホログラム記録材料をストライプ状の複数の記録領域に分割し、これらの接続する所定数、即ち、透過型投射スクリーンのサイズに対応する数の各記録領域毎に信号光と参照光との干渉波を順次照射させてホログラムを記録させることにより、従来の成形の難しいレンチキュラレンズに比べ、これと同様の機能をもつ透過型投射スクリーン用の大面積かつ平面状のホログラム素子を容易に作製し得るものとなる。

【0022】請求項5記載の発明においては、シート状のホログラム記録材料をストライプ状の複数の記録領域に分割し、これらの接続する所定数の各記録領域毎にマスクのホログラムパターンを順次転写・記録させることにより、従来の成形の難しいレンチキュラレンズに比べ、これと同様の機能をもつ透過型投射スクリーン用の大面積かつ平面状のホログラム素子を容易に作製し得るものとなる。

【0023】

【実施例】請求項1記載の発明の一の実施例を図1ないし図3に基づいて説明する。なお、図15ないし図17において説明した部分と同一部分は同一符号で示し、説明も省略する。本実施例は、図15ないし図17に示した透過型投射スクリーン1のレンチキュラレンズ4に変

6

えて、図1及び図2に示すように、フレネルレンズ2の前面側に、ホログラム素子14を有する光学素子15を配設して透過型投射スクリーン16を形成したものである。前記光学素子15は、前記ホログラム素子16と支持基板17とにより形成されており、前記ホログラム素子14はその前面に密着された前記支持基板17で支持されている。

【0024】このような構成において、図3（フレネルレンズ2は簡単のため省略してある）に示すように、フレネルレンズ2で平行にされた投射光111a～111cは光学素子15に入射し、まず、ホログラム素子14により各々微小な部分で拡散されて拡散光112a～112cとなる。そして、投射光111a～111cの幅が十分微小となる距離では、結果として等光度の面113を与える光線（実際には非常に多数本の光線）114に分割させて投射光111を拡散することが可能となる。これにより、ホログラム素子14で拡散されて視野が広がった光線114となり、透過型投射スクリーン16の右側にいる観察者3は広い視域の画像情報として観察し得るものとなる。また、ホログラム素子14を用いることにより、従来のレンチキュラレンズ4（図15参照）に比べ、光学素子15の表面を平滑にし得るものとなる。よって、透過型投射スクリーン16を薄型化、平滑化することが可能となり、埃やゴミを拭取る際の機械的接触に強くなり、耐久性を高めることが可能となる。

【0025】また、図3に示した光学素子15の変形例として、図4に示すように、支持基板17の前面に垂直方向に沿う複数のブラックストライプ17aを設け、これらのブラックストライプ17a間を光が透過する開口部17bとし、さらに、従来のレンチキュラレンズ4に対応して投射光111a～111cの各光線をホログラム素子14で異なる方向に偏向させるようにすれば、結果として等光度の面113を与える光線（実際には非常に多数本の光線）113a～113cに分割させて拡散することが可能となる。これは、投射光111a～111cを1つのホログラムレンズに入射させた場合と同じである。また、ブラックストライプ17aは、従来のレンチキュラレンズ4の場合と同様にして容易に設けることが可能である。

【0026】ここで、図3及び図4に示した光学素子15において、例えば、ホログラム素子14は、ホログラム記録材料に銀塩感光剤又は高分子フィルムを用い、支持基板17にポリカーボネイトを用いて構成されるものであり、ホログラム記録材料に予めレーザ光学系を用いて記録する。このとき、露光パターン（ホログラムパターン）は、光学的に作製してもよいが、CGHデータにしたがってレーザや電子線を用いて直接、書き込んでよいし、CGHデータを基にマスクを作製し、このマスクのホログラムパターンにしたがって露光するようにしてもよい。このようなホログラム素子14の作製方法の詳細

7

細については後述する。

【0027】ホログラム素子14の設計としては、単純に全ての場所で水平方向に拡散させるように、同じホログラムを設計してもよいが、透過型投射スクリーン16の左右で対称になるように、その中央部と端部との拡散状態を変化させてもよい。また、スクリーン16上の上下で非対称になるように拡散状態を変化させてもよい。これは、大きなスクリーン16を観察するときに、このスクリーン16の大きさに対してスクリーン16と観察者3との距離が小さいと、スクリーン16の中央部と周辺部とを比べて、スクリーン16の法線と、スクリーン16上の観察位置と観察者3とを結んだ線との角度の差が大きくなり、スクリーン16の周辺では、要求される拡散状態が異なってくることによる。

【0028】さらに、ホログラム素子14にはレンチキュラレンズのように水平方向のみ拡散させる機能をもたせ、支持基板17に微粒子を混入させて垂直方向に拡散させるように光学素子15を設計してもよい。また、予め、ホログラム素子14を水平・垂直両方向に拡散するように設計しておく、支持基板17の制約が少なく効果的である。このとき、垂直方向に要求される拡散状態は水平方向と大きく異なるので、これに対応してホログラム素子14を垂直・水平両方向で各々異なるように作製すればよい。

【0029】ここに、例えば、ホログラム素子14を体積ホログラムでしかも位相型ホログラムとして作製すれば、その利用効率は理論的に100%になるが、実際には利用効率が95%以上のホログラム素子14を作製することは難しく、残りの部分は0次光として入射方向と同方向へ出射することになる。この状態を図5に示す。この場合、投射光11をホログラム素子14に入射し透過させて等光度の面11aを得たとすると、投射光11の入射方向と一致する方向に0次光11aの光度が大きくなる。これは、図3、図4のどちらの方式の光学素子15でも同じである。この0次光11aが大き過ぎると、特定方向の観察者3に対してスクリーン16の特定位置だけが輝度が大きく変化して観察されるので、ホログラム素子14の0次光11a付近の光度を予め小さくするように設計する等、0次光11aを極力小さくするようにホログラム素子14を作製することが大切である。

【0030】そこで、0次光11aの強度の大きなホログラム素子14のときには、例えば、図4に示した構成の光学素子15の変形例として、図6に示すように、ブラックストライプ17a間の開口部17bの中央部付近に減光手段18を設けることにより、0次光の方向に強度が大きくなるのを防ぐことが可能となる。この減光手段18としては、単純なND(Neutral Density)フィルタでもよく、投射光11に対して0次光付近の拡散光を与える部分の光を多く吸収し、この方向は他の部

8

分の0次光により補うことで、結果として、等光度の面11aを得ることが可能となる。また、この減光手段18は、ブラックストライプ17a間の開口部17bの中央部に限らず、ブラックストライプ17a間の開口部17bの全面に設けてもよく、この場合には、2色性色素により設計し、設計した方向以外の光に対して大きく吸収するような素子を用いればよい。

【0031】続いて、図1に示した透過型投射スクリーン16の変形例を図7及び図8に示す。まず、ホログラム素子14は、図7(a)に示すように、支持基板17の前後両面に設けてもよいし、図7(b)に示すように、支持基板17の背面に2枚設けてもよい。これらの図7に示す方式の場合、ホログラム素子14を2枚に増やすことで、レンズの枚数を増やした場合と同様に、光学的な収差を補正しやすくなる。

【0032】また、図8に示すように、ホログラム素子14をレンチキュラレンズ4と併用してもよく、この場合、レンチキュラレンズ4で解消できなかった収差を大きく減少させたり、レンチキュラレンズ4の形状を簡単なものとすることが可能となる。即ち、図8(a)の例では、レンチキュラレンズ4の前面にホログラム素子14を密着させて光学素子15を形成したものである。この場合、ホログラム素子14を支持する支持基板17を省略可能となる。しかも、ブラックストライプ4aの機能をホログラム素子14にもたせることが可能であるため、レンチキュラレンズ4の片側の表面を平坦に形成し得るものとなる。一方、図8(b)の例では、支持基板17にホログラム素子14を支持させた光学素子15をフレネルレンズ2とレンチキュラレンズ4との間に配設したものである。この場合、図15に示した従来の構成を大きく変えることなくホログラム素子14を利用することが可能となる。

【0033】さらに、図1に示した透過型投射スクリーン16の別の変形例として、図9に示すように、フレネルレンズ2をなくし、ホログラム素子14と支持基板17とよりなる光学素子15だけで透過型投射スクリーン16を形成してもよい。即ち、ホログラム素子14をスクリーン16の面に対して垂直な進行方向の平行光(フレネルレンズ2により平行にされた平行光)を拡散するようにするのではなく、プロジェクタ5からの投射光11a~11cを直接に、例えば、スクリーン16の法線方向の光線11a~11cを中心に拡散するように設計すればよい。この場合、メタルハライドランプ6の光照射により液晶ディスプレイ8、拡大投影レンズ9を介して直接、スクリーン16に照射された投射光11a~11cとスクリーン16とのなす方向がこのスクリーン16上の位置によって異なるので、その位置にそれぞれ最適なホログラムを作製する必要がある。また、0次光11a, 11b, 11c(11a), 11b, 11cの進行方向がスクリーン16上の位置によって異なり、結果

9

として、等光度の面 $114a \sim 114c$ が得られることになるので、特に0次光 $113a \sim 113c$ が減少するように注意する必要がある。

【0034】ところで、図4に示した光学素子15からなる透過型投射スクリーン16をカラー用のプロジェクタに用いた場合、図10（フレネルレンズ2は簡単のため省略してある）に示すように、紙面左側から画像信号に応じて投射されてフレネルレンズ2で平行光とされたR（赤色）、G（緑色）、B（青色）の3色からなる投射光 $111$ は、光学素子15に入射する。ここで、光学素子15の支持基板17に支持されたホログラム素子14は一般に波長依存性が大きく、例えば、Bの短波長の光に対してホログラム素子14を設計すると、Bの投射光 $111$ に対しては、望ましい等光度の面 $112a$ が得られたとしても、GやRの投射光 $111$ に対しては、各々、Bと異なる等光度の面 $112a$ 、 $112b$ となり、R、G、Bの3つの色で等光度の面 $112a$ 、 $112b$ 、 $112c$ が一致しないため、色再現性を良好に保ってスクリーン16を見る角度が非常に限られることになり、通常のレンズで言う色分散が発生することになる。

【0035】そこで、この色分散を少なくした透過型投射スクリーンとして、請求項2記載の発明の一実施例を図11に基づいて説明する。なお、図10において説明した部分と同一部分は同一符号で示し、説明も省略する。本実施例は、図10に示したホログラム素子14に代えて、図11に示すように、フレネルレンズ2（図11中には図示せず）の前面に、このフレネルレンズ2を透過したR、G、Bの投射光 $111a$ 、 $111b$ 、 $111c$ の各画素毎に異なる波長特性をもつホログラム領域19r、19g、19bを有するホログラム素子19を設けたものである。そして、前記ホログラム素子19を支持基板17に支持させた光学素子20と前記フレネルレンズ2とにより透過型投射スクリーン21が形成されている。

【0036】このような構成において、空間的に分割されたカラー表示に必要なR、G、Bの各投射光は、フレネルレンズ2で平行な投射光 $111a$ 、 $111b$ 、 $111c$ となり、それぞれ別々のスクリーン21部分に位置する異なる波長特性をもつホログラム素子19のホログラム領域19r、19g、19bに入射する。そして、各投射光 $111a$ 、 $111b$ 、 $111c$ は、各ホログラム領域19r、19g、19bでそれぞれ分散し、ほぼ同じ等光度の面 $112a$ 、 $112b$ 、 $112c$ が得られることになる。これにより、R、G、Bの各色毎の波長の違いによる色分散を大幅に減少させることが可能となる。

【0037】ここに、1枚のパネルを用いた液晶プロジェクタでは、カラー表示用としてカラーフィルタを用いて空間的にR、G、Bを分割して表示することが一般的であり、投射光も空間的にR、G、Bに分割されてスクリーンに入射するものであるが、本実施例のように、

10

R、G、Bの投射光 $111a$ 、 $111b$ 、 $111c$ に対して別々のホログラム領域19r、19g、19bを設けることは、位置合わせだけをすればよく、比較的容易に実施することが可能である。

【0038】また、Bの青色自体も、レーザを用いる以外では、一般に単一波長ではないので分散することになるため、液晶表示用のバックライトとしてはレーザ光が望ましいが、本実施例のように、よく使用されるメタルハライドランプ6の輝線とホログラム素子19に最適な波長とを一致させることで、B自体の分散の少ない透過型投射スクリーン21を得ることが可能となる。

【0039】次に、請求項3記載の発明の一実施例を図12に基づいて説明する。なお、図9において説明した部分と同一部分は同一符号で示し、説明も省略する。本実施例は、前述の0次光による画像の輝度のバラツキを少なくするようにしたものであり、図9に示した透過型投射スクリーン16の構成に加え、図12に示すように、光学素子15の背面側に、ホログラム素子14に入射するプロジェクタ5からの投射光 $111a \sim 111c$ の進行方向を観察者3の視域22を外れた視域周辺方向に偏向する偏向光学素子23が設けられている。そして、この偏向光学素子23と、前記ホログラム素子14を支持基板17に支持させた前記光学素子15とにより透過型投射スクリーン24が形成されている。

【0040】このような構成において、メタルハライドランプ6の光照射により液晶ディスプレイ8、拡大投影レンズ9を介して紙面左側から透過型投射スクリーン24に投射された投射光 $111a \sim 111c$ は、偏向光学素子23で観察者3の視域22以外の方向にそれぞれ偏向されて平行光 $112a \sim 112c$ になり、これらの平行光 $112a \sim 112c$ は、ホログラム素子14に入射する。そして、このホログラム素子14で拡散され、さらに支持基板17を透過して等光度の面 $113a \sim 113c$ を形成して観察者3に観察されることになる。このとき、ホログラム素子14の0次光 $114a \sim 114c$ の進行方向は、偏向光学素子23で観察者3の視域22周辺方向に偏向されているため、観察者3の方向に0次光 $114a \sim 114c$ がなくなる。これにより、観察者3は所定の視域22内であれば、どの方向でも0次光 $114a \sim 114c$ を観察することなく、輝度のバラツキの少ない画像を観察し得るものとなる。

【0041】ここで、偏向光学素子23には、マイクロプリズムやフレネルレンズやホログラム素子を用いることが可能である。ホログラム素子からなる偏向光学素子23を用いた場合には、0次光が少々あっても、ホログラム素子を2枚用いれば1枚目で発生した0次光の影響が2枚目で非常に小さくなるため、この0次光が問題になることが少ない。また、本実施例のように、観察者3の視域22周辺に相当する方向が0次光 $114a \sim 114c$ の方向となるようにホログラム素子14に投射光 $111a$

11

〜111aを入射させることにより、視域22周辺の光度を大きくすることも可能である。さらに、ホログラム素子14の方で特性を変化させれば、このときのホログラム素子14への投射光111a〜111bは平行でなくてもよいものとなるため、本実施例ではフレネルレンズを省略し得るものとなる。

【0042】次に、請求項4記載の発明の一実施例を図13に基づいて説明する。本実施例は、以上に説明した前記各実施例の透過型投射スクリーンに使用されるホログラム素子の作製方法に関するものである。図13はホログラム素子の作製時の光学系の配置を示すもので、シート状のホログラム記録材料25が巻回されたホログラム記録材料ロール26が設けられている。このホログラム記録材料ロール26から矢印Y方向に順次繰り出される前記ホログラム記録材料25はその幅方向に沿う複数のスリット状の記録領域25aに分割されている。また、このホログラム記録材料25の下方には、このホログラム記録材料25にホログラムを記録する記録光学系27が配設されている。この記録光学系27は、最下方に位置させたレーザ光源28と、このレーザ光源28と前記ホログラム記録材料25との間に配置された小径の球面レンズ29a、大径の球面レンズ29b、シリンドリカルレンズ30及び反射ミラー31とにより構成されている。

【0043】このような構成において、レーザ光源28から出射されたレーザ光を球面レンズ29a、29bを通して平面波からなる光32aとし、この平面波からなる光32aの一部をシリンドリカルレンズ30で円筒波からなる光に変えて信号光32bとしてホログラム記録材料25の1つのスリット状の記録領域25aに照射し、同時に、平面波からなる光32aの一部を反射ミラー31で反射して参照光32cとしてホログラム記録材料25の同じ記録領域25aに照射し、これらの信号光32bと参照光32cとを干渉させてホログラム記録材料25の記録領域25aにホログラムを記録させる。このようにして所定の露光量でホログラムを記録した後、ホログラム記録材料25を矢印Y方向に移動させ、新たに隣接するスリット状の記録領域25aにホログラムを記録する。以上の走査を透過型投射スクリーンのサイズに対応する所定数の記録領域25a分だけ、複数回、繰り返した後、全体を現像することにより、透過型投射スクリーン用の大面積かつ平面状のホログラム素子を形成するようになっている。ただし、現像は、ホログラムが記録された各記録領域25a毎に連続的に行ってもよい。

【0044】この作製方法は、透過型投射スクリーン用のホログラム素子が縦方向には同様の拡散特性でもよい場合に、単純に信号光32bとして円筒波からなる光を利用可能であり、さらに、画素以下のピッチであれば、ストライプ状にホログラム素子を分割してもよいことを

12

利用している。したがって、本実施例によれば、従来の成形の難しいレンチキュラレンズに比べ、これに代わる機能をもつホログラム素子を容易に作製し得るものとなる。

【0045】なお、要求されるホログラム素子の特性によってシリンドリカルレンズ30の代わりに、複数の球面レンズを用いてもよいし、途中に空間変調器を配置してもよい。また、球面レンズは、図13に示したような大径の球面レンズ29bである必要はなく、必要な平面波の面積程度あれば十分である。一方、信号光32bと参照光32cとの2つの光束の干渉性が不足のときには、参照光32cをビームスプリッタを用いて取出せばよい。

【0046】次に、請求項5記載の発明の一実施例を図14に基づいて説明する。なお、図13において説明した部分と同一部分は同一符号を用いて示す。本実施例も図13に示した前記実施例と同様に透過型投射スクリーン用のホログラム素子の作製方法に関するものである。図14はホログラム素子の作製時の光学系の配置を示すもので、ホログラム記録材料ロール26から矢印Y方向に繰り出されたホログラム記録材料25の下方には、このホログラム記録材料25にホログラムを記録する記録光学系33が配設されている。この記録光学系33は、最下方に位置させた光源34と、この光源34と前記ホログラム記録材料25との間に配置されたレンズ35及びマスク36とにより構成されている。ただし、このマスク36は、予めCGHデータ等に基づいて所望のホログラムパターンが記録されているものとする。

【0047】このような構成において、光源34から出射された光をレンズ35を介してマスク36に入射させ、このマスク36のホログラムパターンをホログラム記録材料25の1つのスリット状の記録領域25aに転写させることによりホログラムを記録する。このようにして所定の露光量でホログラムを記録した後、ホログラム記録材料25を矢印Y方向に移動させ、新たに隣接するスリット状の記録領域25aに同様にホログラムを記録する。以上の走査を透過型投射スクリーンのサイズに対応する記録領域25a分だけ複数回、繰り返した後、全体を現像することにより、透過型投射スクリーン用の大面積かつ平面状のホログラム素子を形成するようになっている。したがって、本実施例によっても、従来のレンチキュラレンズに比べ、これに代わる機能をもつホログラム素子を容易に作製し得るものとなる。

【0048】なお、縮小光学系を用いてマスク36の原画（ホログラムパターン）を露光してもよい。また、シート状のホログラム記録材料25をストライプ状に分割することにより、凹凸パターンを転写したり、電子線やレーザ光を変調させて直接にホログラムパターンを形成することも同様に実施可能である。

【0049】

13

【発明の効果】請求項1記載の発明によれば、プロジェクタから投射された投射光を背面から前面方向に透過させて平行光に変えるフレネルレンズと、このフレネルレンズの前面側に配設されてこのフレネルレンズを透過した前記平行光を観察者側に透過・拡散させるホログラム素子を有する光学素子とにより透過型投射スクリーンを構成したので、従来のレンチキュラレンズを用いた透過型投射スクリーンに比べ、透過型投射スクリーンを薄型でその表面を平滑にすることが可能となり、これにより、埃やゴミを拭取る際の機械的接触に強くなり、耐久性を高めることができるものである。

【0050】請求項2記載の発明によれば、プロジェクタから赤、緑、青の3色に空間的に分割されて投射された投射光を背面から前面方向に透過させて平行光に変えるフレネルレンズと、このフレネルレンズの前面側に配設されてこのフレネルレンズを透過した赤、緑、青の前記平行光の各画素毎に異なる波長特性をもつホログラム素子を有する光学素子とにより透過型投射スクリーンを構成したので、1枚の同じ波長特性をもつホログラム素子に比べ、ホログラム素子による色分散性を少なくすることが可能となり、カラー用のプロジェクタに適用することができるものである。

【0051】請求項3記載の発明によれば、プロジェクタから投射された投射光を背面から前面方向に透過・拡散させるホログラム素子を有する光学素子と、この光学素子の背面側に配設されて前記ホログラム素子に入射させる前記投射光の進行方向を観察者の視域を外れた視域周辺方向に偏向する偏向光学素子とにより透過型投射スクリーンを構成したので、観察者はホログラム素子による0次光を観察することなく、輝度のバラツキの少ない画像を観察することができるものである。

【0052】これらの透過型投射スクリーンの作製方法として、請求項4記載の発明によれば、シート状のホログラム記録材料をストライプ状の複数の記録領域に分割し、これらの記録領域の1つに球面波又は円筒面波からなる信号光と平面波からなる参照光とを照射して干渉させることによりホログラムを記録させ、このホログラムを記録した記録領域に接続する所定数の前記各記録領域毎に順次ホログラムを記録させることにより平面状のホログラム素子を作製するようにしたので、従来の成形の難しいレンチキュラレンズに比べ、これと同様の機能をもつ透過型投射スクリーン用の大面積かつ平面状のホログラム素子を容易に作製することができるものである。

【0053】また、請求項5記載の発明によれば、シート状のホログラム記録材料をストライプ状の複数の記録領域に分割し、これらの記録領域の1つに予め形成された所望のホログラムパターンをもつマスクに基づいてホログラムを転写・記録させ、このホログラムを転写・記録した記録領域に接続する所定数の前記各記録領域毎に順次ホログラムを転写・記録させることにより平面状の

14

ホログラム素子を作製するようにしたので、従来の成形の難しいレンチキュラレンズに比べ、これと同様の機能をもつ透過型投射スクリーン用の大面積かつ平面状のホログラム素子を容易に作製することができるものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】請求項1記載の発明の一実施例を示す斜視図である。

【図2】その平面図である。

【図3】光学素子の光線の透過状態を示す拡大平面図である。

【図4】図3の光学素子の変形例を示す拡大平面図である。

【図5】0次光の発生状態を示す拡大平面図である。

【図6】図4の光学素子の変形例を示す拡大平面図である。

【図7】図1の2つの変形例を示す平面図である。

【図8】図1の別の2つの変形例を示す平面図である。

【図9】図1のさらに別の変形例を示す平面図である。

【図10】カラー用のプロジェクタに用いた透過型投射スクリーンの色分散の状態を示す拡大平面図である。

【図11】請求項2記載の発明の一実施例を示す平面図である。

【図12】請求項3記載の発明の一実施例を示す平面図である。

【図13】請求項4記載の発明の一実施例を示す斜視図である。

【図14】請求項5記載の発明の一実施例を示す正面図である。

【図15】従来例を示す平面図である。

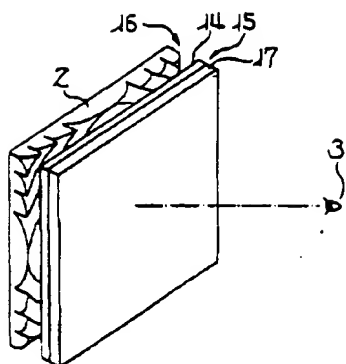
【図16】投射時の透過型投射スクリーンの配置を示す平面図である。

【図17】レンチキュラレンズの光線の透過状態を示す拡大平面図である。

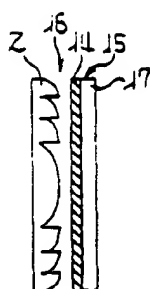
【符号の説明】

- 2 フレネルレンズ
- 3 観察者
- 5 プロジェクタ
- 14 ホログラム素子
- 15 光学素子
- 19 ホログラム素子
- 20 光学素子
- 22 視域
- 23 偏向光学素子
- 25 ホログラム記録材料
- 25 a 記録領域
- 32 b 信号光
- 32 c 参照光
- 36 マスク

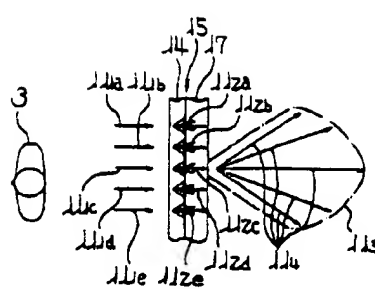
【図1】



【図2】



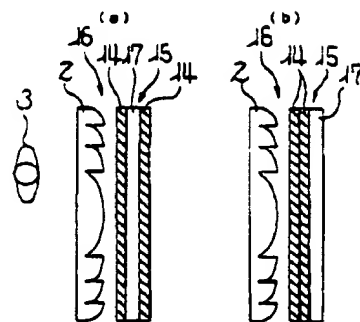
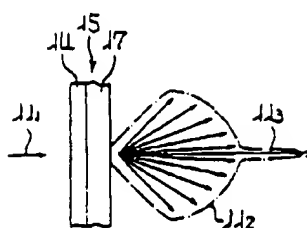
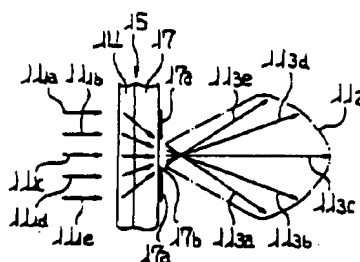
【図3】



【図5】

【図7】

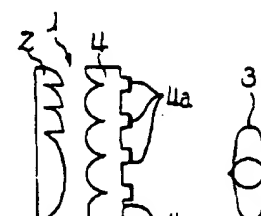
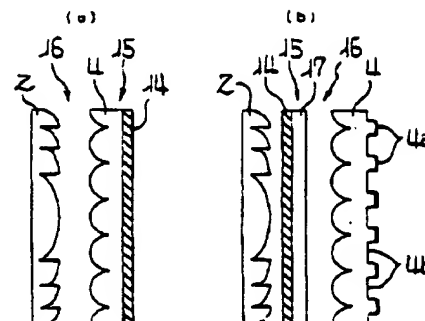
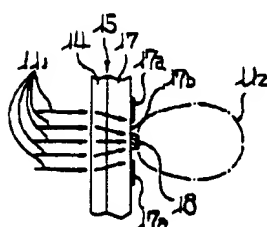
【図4】



【図8】

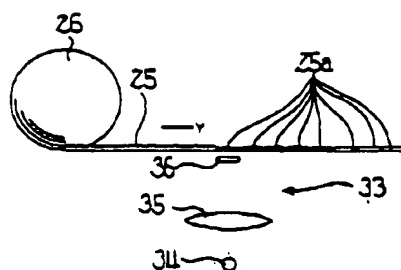
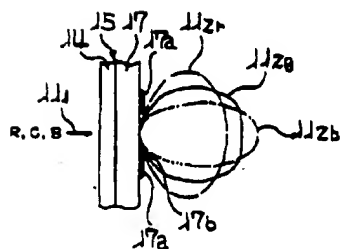
【図15】

【図6】

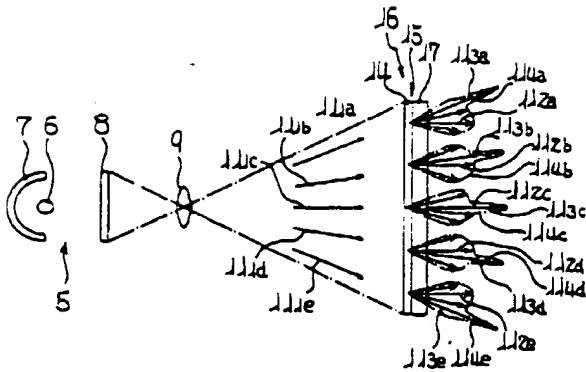


【図10】

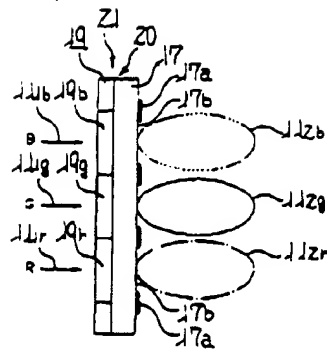
【図14】



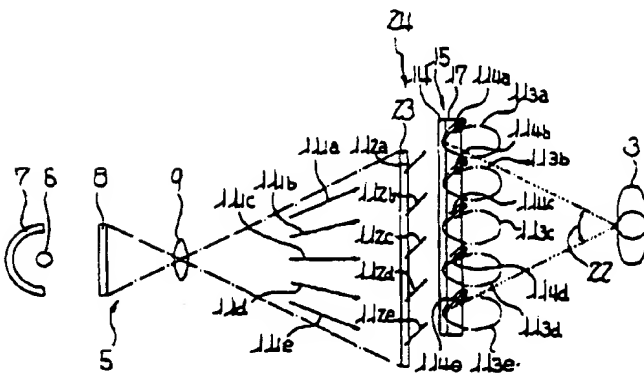
〔図9〕



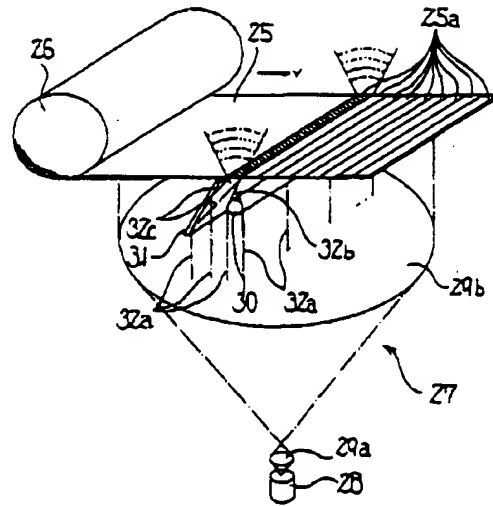
〔図11〕



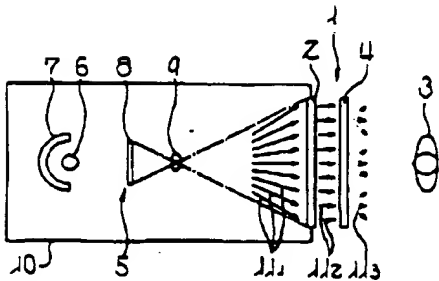
〔図12〕



〔図13〕



〔図16〕



〔図17〕

